

POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 61-265849 [JP 61265849 A]  
PUBLISHED: November 25, 1986 (19861125)  
INVENTOR(s): IMANAKA HIDEYUKI  
MIYAKE MASANOBU  
APPLICANT(s): SHARP CORP [000504] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)  
APPL NO.: 60-108863 [JP 85108863]  
FILED: May 20, 1985 (19850520)  
INTL CLASS: [4] H01L-023/40  
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS — Solid State Components)  
JOURNAL: Section: E, Section No. 499, Vol. 11, No. 119, Pg. 36, April  
14, 1987 (19870414)

ABSTRACT

PURPOSE: To reduce the number of component parts and simplify assembling work, by performing the mounting of a power semiconductor device on a heat radiating fin unit for cooling the power semiconductor device by utilizing bonding agent layer having thermal conductivity.

CONSTITUTION: In the inside of a power semiconductor device, an inner circuit substrate 1 is provided. Copper patterns 2a, 2b, 2c and 2d are formed on the upper surface. A copper pattern 2e is formed on the lower surface. The inner circuit substrate 1 is stuck to a flat part 7a of a heat radiating fin unit 7 with a bonding agent layer 8 comprising a resin bonding agent having thermal conductivity, which is provided on the heat radiating fin unit 7. Heat, which is yielded in semiconductor elements 5a and 5b owing to the operation of the power semiconductor, is conducted to the heat radiating fin unit 7 through the bonding agent layer 8 and discharged into air. In this constitution, members such as a heat radiating metal plate, grease and attaching screws can be omitted, and the number of parts is reduced to a large extent.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭61-265849

⑫ Int. Cl.  
H 01 L 23/40

識別記号 庁内整理番号  
6835-5F

⑬ 公開 昭和61年(1986)11月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 電力半導体装置

⑮ 特 願 昭60-108863

⑯ 出 願 昭60(1985)5月20日

⑰ 発 明 者 今 中 秀 行 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
⑱ 発 明 者 三 宅 正 展 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内  
⑲ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪市阿倍野区長池町22番22号  
⑳ 代 理 人 弁理士 原 謙 三

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

電力半導体装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 装置冷却用の放熱フィンを有し、装置内部に設けられ上下両面に銅パターンを形成した内部回路基板上に、電気的に接続する構成部材を設けた電力半導体装置において、前記内部回路基板下面の銅パターンは、上記放熱フィンの平面部上に、熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤層により接合させたことを特徴とする電力半導体装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、空気中への放熱により装置の冷却を行うための放熱フィンを備えた電力半導体装置に関するものである。

(従来技術)

従来、電力半導体装置は作動時の電力損失が大

電力半導体装置単独では放熱しきれないため、装置本体に著しい温度上昇を招くものであった。この温度上昇により、装置内部に設けられた半導体素子の許容最高温度(シリコン半導体では通常125℃～150℃)を超える危険性がある場合には、電力半導体装置は、第4図に示すように、その装置の消費電力に応じた冷却能力を有する放熱フィン12に装着して使用されていた。上記放熱フィン12はその材料として通常アルミニウムの押出し型材が用いられ、一方の面には平面部12-aが形成され、他方の面には複数のひだ状の突起部13-aが設けられている。電力半導体装置の内部には、第5図に示すように、セラミックから成り、両面に銅パターン15-a・15-b・15-c・15-dおよび15-eの形成された内部回路基板14が設けられている。この内部回路基板14上には、上記銅パターン15-a・15-b・15-c・15-dを介して入出力端子17-1及び半導体素子18-a・18-bを半田付けしている半田層16-aが形成されている。上記一方の半導体素子18-aの上面

と銅パターン15b、及び銅パターン15bと他方の半導体素子18bの上面は、それぞれボンディングワイヤ19・19により結線されている。このような内部回路基板14は、その下面に形成された上記銅パターン15aを介して半田層20の半田により放熱用金属板21に半田付けされている。上記の放熱用金属板21は熱伝導率の高い銅板に酸化防止用のニッケルメッキ等の表面処理を施したものであり、ある程度の放熱機能を有するものである。上記の放熱用金属板21の上面は内部回路基板の半田付けを容易にするために、また底面は他の放熱器である放熱フィン12への装着を容易にするために、それぞれ平坦な構造になっている。放熱用金属板21上には電力半導体装置の外殻の一部を形成する外枠22が設けられ、放熱用金属板21及び外枠22により形成される容器中には、樹脂を充填して内部の構成部材を保護するための内装樹脂層23が形成されている。この内装樹脂層23上には、電力半導体装置の上部外殻を形成し、端子17aを固定するための外

れるもので、約0.2℃W程度の熱抵抗が存在することになる。

ところが、上記従来の構造では、放熱用金属板21と放熱フィン12の接合には、これら二者間に 그리스層25を設け、取付ビス28・28によりビス止めて固定するものであるため、組立て作業が非常に手間取るという欠点があった。また、放熱用としての放熱フィン12を別に設けているため、放熱用金属板21は不必要なものとなっており、これに起因して部品点数の増加及びコストアップを招来するといった問題点を有する。

#### (発明の目的)

本発明は、上記従来の問題点を考慮してなされたものであって、電力半導体装置冷却用の放熱フィンに対する電力半導体装置の装着を接着剤にて行うことにより、部品点数の減少及び組立作業の簡素化をはかることが出来、ひいてはコストダウンを達成することが出来る電力半導体装置の提供を目的とするものである。

#### (発明の構成)

装樹脂層24が形成されている。

以上のように、半導体素子18a・18bから放熱用金属板21までの熱伝導性を考慮した構造により、上記二者間の熱抵抗は1〜1.25℃Wとなる。しかし、仮に上記放熱用金属板21が厚み3mm・断面積80×40mmの銅板とすれば、放熱用金属板21から空気中への熱抵抗は約1.0℃Wとなり、半導体素子18a・18bでの消費電力を20Wとすると、上記半導体素子18a・18bの温度は200℃を超えることになる。従って、先述した放熱フィン12による放熱が必要となるものである。放熱フィン12に対する電力半導体装置の装着は、第4図のように前記放熱用金属板21と放熱フィン12の平面部12aとの間に熱伝導性の良い 그리스層25を設け、前記外枠22、放熱用金属板21及び放熱フィン12を、それぞれのビス挿通孔26・26、27・27に挿通した取付ビス28・28により固定されている。尚、上記 그리스層25により、放熱用金属板21及び放熱フィン12間の熱抵抗は小さく抑えら

る。本発明の電力半導体装置は、装置冷却用の放熱フィンを有し、装置内部に設けられ上下両面に銅パターンを形成した内部回路基板上に、電気的に接続する構成部材を設けた電力半導体装置において、前記内部回路基板下面の銅パターンは、上記放熱フィンの平面部上に、熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤層により接合させたことにより、部品点数を削減しかつ組立作業を簡素化できるように構成したことを特徴とするものである。

#### (実施例)

本発明の一実施例を第1図乃至第3図に基づいて以下に説明する。

電力半導体装置の内部には、電気的絶縁性が高くかつ熱伝導率の高いセラミックを基材として形成され両面基板として機能する内部回路基板1が設けられている。この内部回路基板1の上面には銅パターン2a・2b・2c・2dが形成されており、下面には銅パターン2eが形成されている。上記の銅パターン2a上には、入出力端子4a及び半導体素子5aを所定の間隔をとりつつ並べ

けした半田層3、4が形成されている。また銅パターン2b・2c上にはそれぞれ入出力端子4bと半導体素子5a・5bが半田層3により半田付けされており、さらに銅パターン2d上には半田層3により入出力端子4cが半田付けされている。上記の半導体素子5aの上面と銅パターン2b、及びこの銅パターン2bと半導体素子5bとはそれぞれボンディングワイヤ6・6によりボンディングされ結線されている。上記のボンディングワイヤ6は、半導体素子5a・5bの電流容量に応じて線径200～500μmのアルミニウム線または金線が適宜用いられる。このような内部回路基板1は、アルミニウムの押出し型材から成る放熱フィン7の平面状を成す平面部7aに貼着されている。上記放熱フィン7の平面部7aとは反対側の面には、同一位置で放熱効果を高めるため複数のひだ状の突起部7b…が形成されている。放熱フィン7は、この放熱フィン7が用いられる電力半導体装置の使用条件及び使用目的に応じてその大きさ及び形状が決定される。また放熱フィン7は熱

伝導性がよく軽量かつ安価であることが要求されており、前述したアルミニウムの押出し型材が比較的これらの条件に適合し得るものとして利用される。尚、上記内部回路基板1と放熱フィン7は、放熱フィン7の材質がアルミニウムであるため半田付けによる接合は不可能である。このため、放熱フィン7の材料を他の半田付け性の良い銅またはニッケル等に置き換えるか、或いは放熱フィン7にメッキ処理を施すことも考えられるが、これらの方法に放熱フィン7の大型化に呼応してコスト高を招くものである。よって本装置では放熱フィン7に熱伝導性を有する樹脂の接着剤から成る接着剤層8がスクリーン印刷されており、この接着剤層8により内部回路基板1が放熱フィン7に貼着されている。また上記放熱フィン7には、電力半導体装置の外殻の一部を形成し、上記内部回路基板1に設けられた部材を側面から覆う円筒状の外枠9が別の接着剤層8により貼着されている。上記の外枠9及び放熱フィン7により形成された筒形状の内部には、同じく内部に設けられた

半導体素子5a・5bの裏面の保護及びボンディングワイヤ6・6の物理的衝撃からの保護のため、樹脂の充塞により内装樹脂層10が形成されている。この内装樹脂層10の樹脂は、注入時には液状であり、注入後はゲル化されるものである。上記の内装樹脂層10上には、本装置の上部外殻を形成しエポキシ樹脂から成る外装樹脂層11が形成されている。この外装樹脂層11により端子4a・4b・4cが固定されている。

上記の構成において、電力半導体の作動により半導体素子5a・5bから発生された熱は半田層3・3、銅パターン2a・2c、セラミック基板1、銅パターン2d及び接着剤層8を伝出して放熱フィン7に伝導される。そして、この放熱フィン7から上記の熱が空气中へ放出されることにより、半導体素子5a・5bが冷却される。上記の熱の伝達過程において、熱は半導体素子5a・5b下方の放熱フィン7の方向へ伝導されると同時に横方向へも伝導され、第2図に示すように、熱の伝導方向の中心軸に対しておよそ45°の広が

りをもって伝導されることが知られている。今、熱の伝わる媒体の熱伝導率を $\lambda$  (cal/℃・cm)、この媒体の厚みを $l$  (cm)、媒体の断面積を $S$  (cm<sup>2</sup>)とすると、この媒体の熱抵抗 $\theta$  (℃/W)は、

$$\theta = \frac{1}{\lambda} \times \frac{l}{S} \quad (1)$$

で算出される。ここで、電力半導体装置によく用いられるセラミック基板1の厚み0.6mm、銅パターン2a・2b・2c・2d・2eの厚み0.1～0.3mm程度のものを想定すると、半導体素子5a・5bから接着剤層8に至るまでの距離は約1mmとなる。今考えている電力半導体素子5a・5bは少なくとも7mm角以上のものであり、半導体素子5a・5bの大きさを仮に7mm角とすると、接着剤層8部分の熱伝導に寄与する断面積 $S$ は、 $S = (d + 2l \tan 45^\circ)^2$  (cm<sup>2</sup>)、( $d = 0.7$ ,  $l = 0.1$ )、すなわち9mm角程度の大きさになる。接着剤層8に厚み100μm、熱伝導率 $\lambda = 1 \times 10^{-2}$  (cal/℃・cm)程度の樹脂を使用した

れば、(1)式より接着剤層8の熱抵抗 $\theta$ は、 $\theta \approx 0.3$   $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ となる。一方、従来の電力半導体装置の場合は、第3図に示すように、半田層20、放熱用金属板21及びグリス層25が本装置の接着剤層8の代わりに存在することになる。しかしこれらの部材の熱伝導率は、半田層20の熱伝導率 $\lambda = 8 \times 10^{-3}$  ( $\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^{\circ}\text{C}$ )、銅を基材とする放熱用金属板21の熱伝導率 $\lambda = 9.2 \times 10^{-3}$  ( $\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^{\circ}\text{C}$ )で示されるように、上記接着剤層8の熱伝導率 $\lambda \approx 1 \times 10^{-3}$  ( $\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^{\circ}\text{C}$ )よりも相当高く、無視し得るものである。従来の電力半導体装置において熱伝導上大きく影響するのは放熱用金属板21と放熱フィン12との接触部の熱抵抗であり、この熱抵抗は $\theta \approx 0.2$   $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 程度となる。よって前記本装置の接着剤層8の熱抵抗 $\theta$ は上記従来の熱抵抗 $\theta$ に近い値であり、接着剤層8に通常用いられる熱伝導率の高いものを使用すれば、従来の装置に対して放熱機能における劣化は殆ど招来しない。また、本装置の放熱機能をさらに向上させるには、

部品数が大幅に簡略される。また上記取付ビスを挿通するため外枠及び放熱フィン等形成されていた取付ビス挿通孔も必要でなくなり、これにより加工工数が減少される。また上記部品点数の減少及び上記内部回路基板における放熱フィンへの接着剤による取付け改良により、組立作業が大幅に簡素化される。さらに、以上の部品点数の減少、加工工数の減少及び組立て作業の簡素化等により、コストダウンを促し得る等の優れた効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は第1図に示した電力半導体装置の熱伝導の状態を示す模式図、第3図は従来の電力半導体装置の熱伝導の状態を示す模式図、第4図は従来例を示す正面図、第5図は第4図に示した電力半導体装置の内部を示す断面図である。

1は内部回路基板、2a・2b・2c・2d・2eは銅パターン、3は半田層、4a・4b・4cは出力端子、5a・5bは半導体素子、6は

接着剤層8の熱伝導率 $\lambda$ を $\lambda = 2 \times 10^{-3}$  ( $\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^{\circ}\text{C}$ )以上に設定すればよく、これにより熱抵抗 $\theta = 0.15$   $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以下となり従来の方式以上の放熱効果が得られる。上記接着剤層8の熱伝導率を向上させるには、接着剤層8を形成する接着剤への高熱伝導率充填剤の配合率を増加すれば良いが、その反面、接着機能が劣化される。しかし、入出力端子4a・4b・4cが外装樹脂層11により固定されているので強度的に問題はない。このため、接着剤層8の接着剤の接着機能をもある程度犠牲にすることにより本装置の放熱機能を向上させることは実用上可能である。

#### 〔発明の効果〕

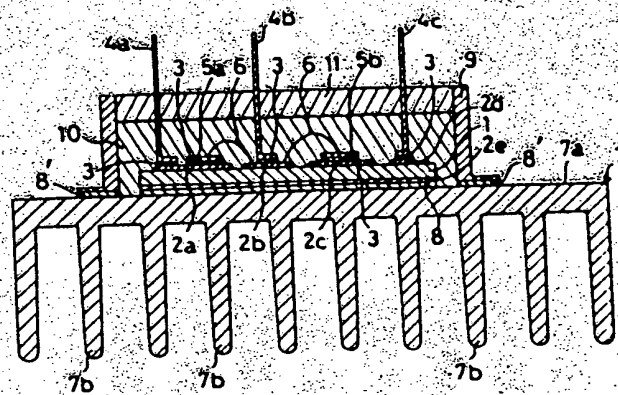
本発明の電力半導体装置は、以上のように、電力半導体装置の外装の一部を形成する外枠及び下面に銅パターンを有する内部回路基板をこの銅パターンを介して、放熱フィンの平面部に熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤により貼着した構造である。それ故、従来用いられていた放熱用金属板、グリス、取付ビス等の部材が不要になり、部

品数が大幅に簡略される。また上記取付ビスを挿通するため外枠及び放熱フィン等形成されていた取付ビス挿通孔も必要でなくなり、これにより加工工数が減少される。また上記部品点数の減少及び上記内部回路基板における放熱フィンへの接着剤による取付け改良により、組立作業が大幅に簡素化される。さらに、以上の部品点数の減少、加工工数の減少及び組立て作業の簡素化等により、コストダウンを促し得る等の優れた効果を奏する。

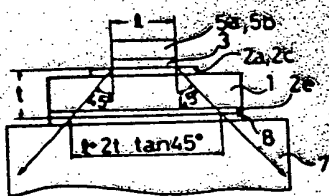
特許出願人 シャープ株式会社  
代理人 弁理士 原 謙



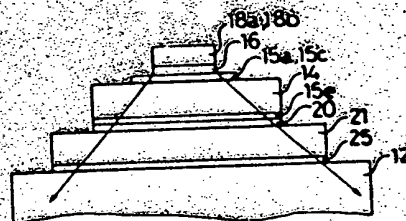
第1図



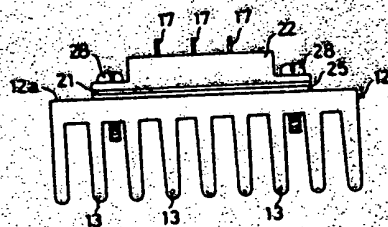
第2図



第3図



第4図



第5図

